

СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БОРИДНЫХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ВНЕВАКУУМНОЙ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ НАПЛАВКИ

Кривеженко Д.С., Зимоглядова Т.А., Лапушкина Е.Ю.

Руководитель – д.т.н., профессор Батаев А.А.

НГТУ, г. Новосибирск, dinylkaa@yandex.ru

Химико-термическая обработка является одним из наиболее простых и эффективных методов поверхностного упрочнения деталей машин. Однако существенным недостатком традиционных методов насыщения является длительность процесса и небольшая глубина упрочненного слоя. Применение высокоэнергетических технологий обработки обеспечивает упрочнение локальных участков поверхности на большую глубину, а также способствует повышению производительности процесса. За счет нагрева до температур, близких к температурам плавления, и высокой скорости охлаждения формируется развитая градиентная структура наплавленного слоя. Среди большого количества поверхностных слоев, применяемых для упрочнения, особо выделяются боридные слои. Борирование широко используется для повышения механических свойств горно-шахтной и сельскохозяйственной техники благодаря высоким прочностным и триботехническим свойствам боридных покрытий. Таким образом, цель данной работы заключалась в исследовании особенностей строения боридных слоев, формируемых при вневакуумной электронно-лучевой наплавке порошка боросодержащей смеси.

Наплавка проводилась на промышленном ускорителе электронов, разработанном в Институте ядерной физики им. Будкера СО РАН. Для формирования упрочненных слоев использовалась смесь порошка карбида бора, порошка железа и флюса MgF_2 . Насыщающая среда наносилась на поверхность стальных заготовок (сталь 20), далее заготовка перемещалась относительно электронного пучка со скоростью 10 мм/с. Ток пучка варьировался от 24 до 30 мА, плотность насыпки составляла 0,2 г/см².

Металлографические исследования показали, что в процессе вневакуумной электронно-лучевой наплавки формируется покрытие толщиной 2...3 мм. Структура покрытия характеризуется формированием трех зон: заэвтектической, эвтектической и доэвтектической (рис. 1а). Заэвтектическую зону составляют бориды различной формы и ориентации, между которыми происходит выделение пластинчатой эвтектики. Доэвтектическая зона, как правило, выделяется в области границы с основным металлом в виде пластинчатой эвтектики и дендритных построений скелетообразной формы. При большем увеличении в структуре дендритной ячейки отчетливо видны пластинки двухфазной составляющей, которая напоминает строение перлита. Особенностью

структуры сформированных покрытий является дефектность боридных кристаллов. В исследуемом слое происходит формирование «полых» боридов, что, вероятно, связано с высокой скоростью кристаллизации и неоднородностью химического состава покрытия (рис. 1б).



Рис. 1. Микроструктура покрытий, сформированного при наплавке с током пучка 26...30 мА

Вневакуумная электронно-лучевая наплавка с током пучка 24 мА позволила сформировать покрытие, значительную часть которого занимает заэвтектическая зона. При этом плотность расположения боридных кристаллов достаточна для формирования практически сплошного борированного слоя. Заметные выделения эвтектики наблюдаются вблизи границы с основным металлом (рис. 2 а, б).

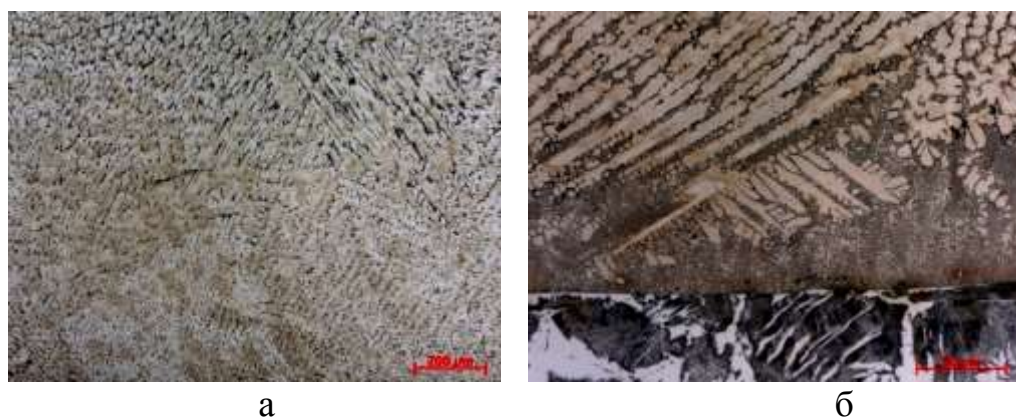


Рис. 2. Микроструктура покрытий, сформированного при наплавке с током пучка 24 мА

Анализ проведенных исследований показал, что вневакуумная электронно-лучевая наплавка боросодержащих порошков позволяет формировать покрытия с развитой структурой, состоящей как из высокопрочных, так и пластичных структурных составляющих. Толщина упрочненного слоя повышается с увеличением силы тока электронного пучка.